

**PROCEDE DE FABRICATION  
DE FILM CONDUCTEUR ANISOTROPE SUR UN SUBSTRAT**

**DOMAINE TECHNIQUE**

5                   L'invention concerne un procédé de fabrication de film conducteur anisotrope sur un substrat. L'invention concerne également un procédé de fabrication de puce semi-conductrice munie d'un film conducteur anisotrope.

10

**ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE**

                  Avec l'essor du multimédia, de nombreux dispositifs électroniques doivent être capables de gérer, de traiter et de transmettre rapidement et  
15 facilement une grande quantité d'informations. Ces dispositifs nécessitent un accroissement de la densité des interconnexions ainsi qu'une diminution de leur poids et de leur coût de fabrication. Un intérêt considérable s'est donc porté vers des méthodes  
20 d'interconnexions où la face active de la puce est face au substrat sur lequel doit être reportée ladite puce. Cela présente un certain nombre d'avantages pour le packaging dans la microélectronique.

                  Il existe plusieurs grandes familles de  
25 techniques pour connecter des puces et des circuits intégrés à des substrats d'interconnexion comme, par exemple, la technique de connexion par billes dite technique « flip-chip » et la technique ACF (ACF pour « Anisotropic Conductive Film »). Ces techniques  
30 présentent un certain nombre d'avantages pour

l'intégration des circuits. En effet, compte tenu de la répartition surfacique des plots d'interconnexion, elles offrent la capacité de connecter des puces à haute densité d'interconnexions dans un volume réduit, tout en maintenant ou en améliorant les performances électriques, notamment en diminuant les effets de self-inductance. Ces techniques sont utilisées, par exemple, dans les téléphones cellulaires et, plus généralement, dans les dispositifs multimédias. En particulier, ces techniques permettent la transmission de données à haut débit, comparé à la méthode du câblage filaire (« wire bonding » en anglais).

Parmi les techniques de type « flip-chip », la technologie par microbilles fusibles est celle qui prédomine actuellement. Cette technologie repose sur la mise en œuvre d'un procédé sur tranche complète de matériau semi-conducteur nécessitant deux niveaux de lithographie: un premier niveau pour définir la métallurgie d'accrochage des microbilles et un second niveau dédié au dépôt électrolytique de matériaux fusibles. Ce procédé n'est pas utilisable pour l'interconnexion de puces découpées ou lorsque le nombre de tranches à traiter est trop faible pour justifier le dessin de masques spécifiques nécessaires à l'étape de lithographie.

La technique ACF concerne des films conducteurs faits de particules conductrices incorporées dans un film isolant ou d'inserts métalliques inclus dans un film isolant. Les films ACF à particules conductrices incorporées dans un film isolant sont les plus connus. Ce type de film est basé

sur une répartition aléatoire de particules conductrices dans une matrice polymère. Les particules conductrices ont typiquement un diamètre de quelques micromètres. Ce sont soit des billes de polymère recouvertes de métal, soit des billes de métal qui peuvent être, par exemple, en nickel ou en argent. L'interconnexion est obtenue en collant le film entre le substrat et la puce, le collage étant suivi d'une thermocompression. L'interconnexion d'une puce et d'un substrat à l'aide d'un film à particules conductrices est représentée en figure 1A. Une puce 1 munie de plots conducteurs 5 est reliée à un substrat 2 muni de plots conducteurs 7. Un film ACF constitué d'un film isolant 3 dans lequel sont incorporées des particules conductrices 4 est placé entre la puce et le substrat. Des bossages 6 établissent le contact entre les plots conducteurs et le film ACF. Ce type d'interconnexion conduit à une résistance électrique de contact relativement élevée, ce qui réduit le champ de ses domaines d'application. Une application connue est, par exemple, le domaine des écrans plats.

L'inconvénient mentionné ci-dessus a conduit à la conception des films ACF à inserts métalliques traversants. La fabrication d'un film ACF à inserts métalliques traversants est basée sur l'insertion ordonnée de microstructures métalliques dans une nappe de polymère. L'interconnexion d'une puce et d'un substrat à l'aide d'un film à inserts métalliques traversants est représenté en figure 1B. Le film ACF est constitué d'un film isolant 8 dans lequel sont placés des inserts métalliques 9. Une forte

redondance du nombre de contacts par plot assure un contact homogène de faible résistivité et permettant de passer des courants importants.

L'utilisation des films ACF entraîne  
5 cependant plusieurs problèmes parmi lesquels celui de la fiabilité du contact électrique. En effet, il se forme des couches oxydées sur les extrémités des inserts métalliques et sur les plots d'interconnexion de la puce, ce qui conduit à fortement réduire la  
10 qualité des contacts électriques. Une solution a été proposée à ce problème, à savoir, l'ajout d'un matériau fusible aux extrémités des inserts métalliques. Cependant, le matériau fusible est susceptible de fluer pendant sa refonte et, en partant, de mettre en court-  
15 circuit les inserts métalliques. De plus, des impuretés peuvent être rapportées entre le film et la puce ou entre le film et son substrat pendant l'hybridation.

Un autre problème est lié à la manipulation des films ACF de faible épaisseur. Les films sont  
20 réalisés sur un support sacrificiel rigide qu'il faut séparer du film ACF avant l'hybridation. Il faut alors assembler trois éléments, la puce, le film et le substrat.

La présente invention ne présente pas les  
25 inconvénients mentionnés ci-dessus.

#### EXPOSÉ DE L'INVENTION

En effet, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un film conducteur anisotrope  
30 comprenant une couche de matériau électriquement isolant et des inserts conducteurs traversants. Le

procédé est caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

a) formation sur un substrat d'au moins une couche de matériau présentant des trous traversants, ladite  
5 couche étant appelée couche ajourée,

b) remplissage des trous traversants pour former des inserts conducteurs,  
et étant caractérisé en ce qu'il comporte en outre la réalisation d'un masque recouvrant partiellement une  
10 première extrémité des inserts conducteurs et la gravure de la partie non masquée de l'extrémité des inserts conducteurs de façon à obtenir des inserts conducteurs à extrémités en pointe.

Selon un mode de réalisation particulier,  
15 l'étape b) de remplissage étant réalisée par électrolyse, l'étape a) comporte le dépôt d'une couche conductrice sur le substrat, préalablement à la formation de la couche ajourée, cette couche étant gravée après la réalisation des inserts conducteurs .  
20 Cette couche peut être gravée (généralement de façon humide ou sèche) à tout moment possible au cours du procédé une fois que les inserts conducteurs ont été réalisés ; la couche n'est pas forcément gravée tout de suite après l'étape de remplissage des trous  
25 traversants.

Avantageusement, la couche ajourée de l'étape a) est réalisée par un dépôt d'une couche de résine photosensible, l'insolation de cette résine à travers un masque et le développement de cette dernière  
30 pour obtenir les trous traversants. La couche ajourée peut être également une couche de matériau déposée par

sérigraphie, par exemple un polymère ou même un métal, ou une couche réalisée par oxydation thermique et gravée pour obtenir les trous traversants, ou encore une couche préformée pour réaliser les trous  
5 traversants et reportée sur le substrat.

Avantageusement, la couche ajourée de l'étape a) est retirée après l'étape b) de remplissage et une étape de dépôt d'une couche isolante est réalisée sur le substrat pour former la couche isolante  
10 du film conducteur anisotrope. Cette variante est mise en œuvre notamment lorsque la couche ajourée n'est pas compatible avec l'isolement des inserts conducteurs et/ou l'obtention de leur dissymétrie après assemblage.

Avantageusement, une couche de passivation  
15 recouvre le substrat dans laquelle loge au moins un plot de contact. Ce mode de réalisation est utilisé en particulier lorsque le film conducteur est réalisé directement sur le substrat qui doit être connecté avec un autre composant.

20 Selon un mode particulier, la réalisation du masque recouvrant partiellement une extrémité des inserts conducteurs et la gravure de la partie non masquée comporte les étapes suivantes :

- dépôt d'une résine photosensible sur la couche  
25 ajourée dans laquelle sont formés les inserts conducteurs,
- insolation et développement de la résine photosensible à travers le masque de sorte que seule une pastille de résine demeure au sommet d'une première  
30 extrémité de chaque insert conducteur,

- gravure chimique isotrope des premières extrémités des inserts conducteurs jusqu'au retrait des pastilles de résine de sorte qu'une pointe apparaisse sur la première extrémité de chaque insert conducteur.

5                   Selon un autre mode particulier, la réalisation du masque recouvrant partiellement une extrémité des inserts conducteurs et la gravure de la partie non masquée comporte les étapes suivantes :

- enduction d'un substrat tampon par un matériau apte à  
10 être transféré et destiné à protéger l'extrémité des inserts conducteurs,

- transfert dudit matériau sur les inserts conducteurs de sorte que seule une pastille de matériau demeure au sommet de la première extrémité de chaque insert  
15 conducteur,

- gravure chimique isotrope des premières extrémités des inserts conducteurs jusqu'au retrait des pastilles de matériau de sorte qu'une pointe apparaisse sur la première extrémité de chaque insert conducteur.

20                   Avantageusement, l'étape de remplissage des trous traversants est effectuée de manière à ce que la première extrémité de chaque insert conducteur ait la forme d'une tête de clou. En d'autres mots, la première extrémité de chaque insert conducteur pourra avoir la  
25 forme d'un chapeau ou d'un monticule ayant la forme d'une tête de clou.

Avantageusement, après la réalisation des premières extrémités des inserts conducteurs en pointes, une couche de protection est formée sur les  
30 pointes des inserts conducteurs.

Dans ce cas, la couche de protection est avantageusement une couche anti-oxydante. Et la couche anti-oxydante est de préférence une dorure s'effectuant par une technique choisie parmi un dépôt autocatalytique, une électrolyse ou une pulvérisation d'or.

Dans le cas où l'on choisit d'effectuer le procédé comportant, entre autres, les étapes d'enduction d'un substrat tampon par un matériau de transfert, de transfert dudit matériau sur les inserts conducteurs et de gravure chimique isotrope des premières extrémités desdits inserts conducteurs, le transfert du matériau apte à être transféré et destiné à protéger l'extrémité des inserts conducteurs peut avantageusement être un polymère ou une résine dont les propriétés adhésives sont supérieures sur les inserts conducteurs que sur le substrat tampon sur lequel le matériau se trouve avant le transfert.

Le transfert du matériau apte à être transféré sur une première extrémité des inserts conducteurs peut avantageusement être effectué en exerçant une pression sur le substrat tampon sur lequel le matériau se trouve avant le transfert. Ce transfert peut être fait avec ou sans chauffage.

Avantageusement, le remplissage des trous traversants s'effectue par une technique choisie parmi un dépôt auto catalytique, une croissance électrolytique, un dépôt chimique ou physique, et une imprégnation.

Selon un mode de réalisation particulier, préalablement à l'étape a), on dépose sur le substrat



une ou plusieurs couches aptes à permettre, après l'obtention du film, de le séparer du substrat et d'assurer la rigidité mécanique de l'ensemble.

5 L'invention concerne également un procédé de fabrication d'une puce semi-conductrice. Ce procédé comprend un procédé de fabrication de film conducteur anisotrope sur une tranche de semi-conducteur selon l'invention, ainsi qu'une étape de découpe de la  
10 structure ainsi obtenue.

Dans un des modes de réalisation de cette invention, le film conducteur anisotrope peut être réalisé directement sur une tranche de matériau semi-  
15 conducteur dans laquelle sont présents des éléments actifs et/ou passifs de type circuits intégrés. De manière générale, le film conducteur anisotrope obtenu selon le procédé de l'invention est apte à connecter au moins deux composants, le film conducteur pouvant être  
20 réalisé sur au moins l'un desdits composants et ledit composant pouvant contenir des zones conductrices ou être complètement conducteur. Le procédé selon l'invention permet d'assurer une excellente liaison électrique entre les métaux mis en contact. Les inserts  
25 conducteurs peuvent être reliés aux plots d'interconnexion de manière quasi irréversible grâce à un matériau d'accroche non fusible. En particulier, le film conducteur anisotrope selon l'invention permet de réaliser des contacts entre puce et substrat présentant  
30 une faible résistance électrique, une bonne solidité mécanique et une bonne fiabilité.

**BREVE DESCRIPTION DES DESSINS**

- D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture d'un mode de réalisation préférentiel de l'invention fait en référence aux figures jointes parmi lesquelles :
- les figures 1A et 1B, déjà décrites, représentent l'interconnexion d'une puce et d'un substrat selon l'art connu, à l'aide, respectivement, d'un film polymère conducteur anisotrope à particules conductrices et d'un film polymère conducteur anisotrope à inserts conducteurs ;
  - la figure 2 représente une puce équipée d'un film polymère conducteur anisotrope selon l'invention ;
  - les figures 3A-3I représentent un procédé de fabrication de film polymère conducteur anisotrope sur tranche de semi-conducteur selon l'invention ;
  - les figures 4A-4F représentent une variante du procédé de fabrication représenté aux figures 3A-3I ;
  - les figures 5A-5J représentent une autre variante du procédé de fabrication représenté aux figures 3A-3I.

Sur toutes les figures, les mêmes repères désignent les mêmes éléments.

**EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

- L'invention permet de réaliser une puce semi-conductrice comprenant, sur une face, une couche de passivation dans laquelle est pratiquée au moins une ouverture laissant apparaître un plot de connexion. Cette puce comprend, sur la couche de passivation et le

plot de connexion, un film conducteur anisotrope formé d'inserts conducteurs enserrés dans un matériau électriquement isolant, chaque insert conducteur ayant une première extrémité faisant saillie hors du matériau électriquement isolant et une deuxième extrémité étant  
5 mise au contact de la couche de passivation ou du plot de connexion par l'intermédiaire d'un élément conducteur.

Avantageusement, les premières extrémités  
10 des inserts conducteurs sont en forme de pointes.

Selon une variante, le matériau électriquement isolant peut être un polyimide, un matériau thermoplastique, une résine photosensible ou une colle.

15 Selon une autre variante, le matériau électriquement isolant peut être un verre fusible.

La figure 2 représente un exemple de puce semi-conductrice équipée d'un film polymère conducteur anisotrope selon l'invention.

20 Une puce 10 est munie d'un plot d'interconnexion 11 placé dans une ouverture d'une couche de passivation 12. Un film conducteur 13 comprenant une couche de matériau électriquement isolant 14 dans laquelle sont placés des inserts  
25 conducteurs 15 recouvre la couche de passivation 12 et le plot de connexion 11. Un insert conducteur 15 (par exemple un insert métallique) a une première extrémité qui fait saillie hors du film isolant 14 et une deuxième extrémité reliée par un élément conducteur 16  
30 à la couche de passivation 12 ou au plot conducteur 11.

L'élément conducteur 16 est constitué d'une pastille métallique 17 et d'un élément d'accrochage 18.

Le procédé de fabrication de film polymère conducteur sur tranche de semi-conducteur selon  
5 l'invention va maintenant être décrit en référence aux figures 3A-3I.

Le procédé est mis en œuvre à partir d'une tranche de matériau semi-conducteur. Une tranche de semi-conducteur T est recouverte, sur une face, d'une  
10 couche de passivation 12 dans laquelle sont pratiquées des ouvertures laissant apparaître des plots de connexion 11 (cf. figure 3A).

La première étape du procédé est le dépôt en pleine couche d'un matériau conducteur et adhérent  
15 19 sur la couche de passivation 12 et les plots de connexion 11 (cf. figure 3B). Le matériau conducteur et adhérent 19 est, par exemple, du Ti, Cr, W, Ta, etc. Cette étape est préférentiellement réalisée après un décapage de la surface des plots.

Le dépôt d'au moins une couche métallique  
20 20 (Cu, Ni, Ti, Au, Al, etc.) est ensuite effectué sur la couche 19 (cf. figure 3C). La couche métallique 20 est destinée à servir de couche d'apport de courant électrique au moment de la croissance électrolytique  
25 des inserts conducteurs.

On dépose ensuite une couche de polymère photosensible 21 de type résine sur la couche métallique 20 (cf. figure 3D). L'épaisseur de la couche de polymère photosensible 21 est comprise entre  
30 quelques  $\mu\text{m}$  et plusieurs dizaines de  $\mu\text{m}$ .

La couche 21 est ensuite insolée à travers un masque afin de former des trous traversants 22 (cf. figure 3E). Typiquement les trous peuvent avoir une profondeur de quelques  $\mu\text{m}$  à plusieurs dizaines de  $\mu\text{m}$ , selon l'épaisseur de la couche 21. Le masque permettant la formation des trous assure une répartition homogène et redondante de ceux-ci. Précisons que la couche dans laquelle sont formés les trous traversants peut être une couche de matériau déposée par sérigraphie, par exemple un polymère ou même un métal, ou une couche réalisée par oxydation thermique et gravée pour obtenir les trous, ou encore une couche préformée pour réaliser les trous et reportée sur le substrat.

Les trous formés à l'étape précédente sont ensuite remplis par un ou plusieurs matériaux conducteurs (Cu, Ni, Ti, Cr, W, SnPb, Au, Ag, etc.), par exemple par voie électrolytique, pour former des inserts conducteurs 23 (cf. figure 3F). Les inserts peuvent donc être formés d'un seul matériau conducteur ou de plusieurs matériaux conducteurs superposés. Le remplissage de ces trous peut s'effectuer par voie électrolytique. La plaque sur laquelle a été déposée la couche 21 percée de trous traversants 22 (c'est-à-dire la couche 20) est connectée à la cathode, et la tension est de l'ordre de 2V pour un courant de 10mA. Par exemple, pour un dépôt de Ni, l'électrolyte utilisé est un mélange de sulfate et de chlorure de Ni. Le remplissage des trous peut également s'effectuer par dépôt autocatalytique (« electroless plating » en anglais). Dans ce cas, on commence par effectuer la zincatation des surfaces à revêtir en milieu basique,

puis on effectue le dépôt autocatalytique dans un bain spécifique.

La résine est alors supprimée, par exemple par dissolution, (cf. figure 3G) et les couches  
5 métalliques déposées en pleine couche sont gravées sélectivement dans les zones situées entre les inserts (cf. figure 3H). Précisons que ces couches métalliques peuvent être gravées à tout moment au cours du procédé une fois que les inserts ont été réalisés. Les plots de  
10 connexion 11 sont alors électriquement isolés les uns des autres. Cette étape peut se réaliser par voie sèche ou chimique, cette dernière étant préférée.

Un matériau électriquement isolant 24 est ensuite déposé sur la plaque, recouvrant partiellement  
15 les inserts métalliques (cf. figure 3I). Dans le cas où le matériau électriquement isolant recouvre entièrement les inserts, on procède à une gravure pour les mettre à jour. Ce matériau est préférentiellement un polymère tel qu'un polyimide, un matériau thermoplastique, une  
20 résine photosensible ou tout type de colle. Il est également possible d'étaler un verre fusible communément appelé « Spin On Glass ». Rappelons que cette étape d'isolation des inserts conducteurs est mise en œuvre notamment lorsque la couche ajourée n'est  
25 pas compatible avec l'isolement des inserts et/ou l'obtention de leur dissymétrie par assemblage.

Pour obtenir une puce semi-conductrice selon l'invention, il suffit alors de découper la  
30 tranche de semi-conducteur recouverte de film polymère

conducteur anisotrope en autant de puces élémentaires qu'il est nécessaire.

Une variante du procédé de fabrication de film polymère conducteur selon l'invention va maintenant être décrite en référence aux figures 4A-4F. Selon cette variante, les inserts conducteurs ont une extrémité pointue permettant une amélioration du contact électrique du film polymère conducteur anisotrope et des substrats sur lesquels on désire reporter les puces.

Le procédé selon la variante de l'invention comprend des étapes supplémentaires entre l'étape de formation des inserts conducteurs (cf. figure 3F) et l'étape de suppression de la couche de polymère photosensible (cf. figure 3G). Selon la variante de l'invention, à l'étape de formation des inserts conducteurs, succède ici le dépôt d'une résine photosensible 25 sur l'ensemble des inserts (cf. figure 4A). La résine photosensible est insolée à travers un masque de sorte que seule une pastille de résine 26 demeure au sommet de chaque insert (cf. figure 4B). On précise que la résine 21 est durcie par un recuit à 150°C pendant 5 minutes avant de déposer la résine photosensible. Une gravure isotrope, par exemple par voie humide ou sèche (par exemple acide nitrique dilué pour des inserts en nickel), des inserts est alors réalisée (cf. figure 4C) jusqu'à ce que les pastilles de résine soient retirées (cf. figure 4D). Une pointe 27 apparaît alors à l'extrémité de chaque insert.

Le procédé se poursuit alors selon les étapes mentionnées précédemment, à savoir, suppression de la couche de polymère photosensible et gravure sélective des couches métalliques déposées en pleine  
5 couche (cf. figure 4E). A la gravure sélective des couches métalliques succède le dépôt d'un matériau électriquement isolant 24 recouvrant les inserts à l'exception des pointes 27 (cf. figure 4F).

10 Une autre variante du procédé de fabrication de film polymère conducteur selon l'invention est décrite en référence aux figures 5A-5J. Selon cette variante, les inserts conducteurs ont également une extrémité pointue, mais on utilise une  
15 technique de transfert de matériau pour masquer partiellement l'extrémité desdits inserts plutôt qu'une étape de masquage.

Le procédé de fabrication selon cette variante de l'invention débute par les mêmes étapes 3A  
20 à 3E vues précédemment. Puis on réalise l'étape de formation des inserts conducteurs selon la même méthode que celle vue précédemment, à la différence que le ou les matériaux conducteurs formant les inserts débordent le haut du trou de manière à ce que les extrémités des  
25 inserts présentent une forme de tête de clou (cf. figure 5A).

Puis on procède au dépôt d'une résine 25 sur l'ensemble des inserts. Pour cela, on réalise l'enduction d'un substrat A (Si, verre, métal ou  
30 polymère) par une résine destinée à protéger l'extrémité des inserts (cf. figure 5B). La résine peut



être une résine photosensible utilisée en microélectronique ou un quelconque polymère dont les propriétés adhésives seront supérieures sur les inserts métalliques qu'au substrat A. On transfère la résine 25 sur les inserts, avec ou sans chauffage, en exerçant une pression sur le substrat tampon A (cf. figure 5C). Par exemple, si le substrat A a un diamètre de 100 mm, on exercera une pression de 10 kg. Et on retire le substrat A (cf. figure 5D).

On réalise ensuite une gravure isotrope de l'extrémité des inserts de façon à former des inserts à extrémité en pointe (cf. figure 5E). La gravure peut être réalisée, par exemple, par voie humide ou sèche. Par exemple, si le matériau constituant les inserts est en nickel, la solution de gravure sera constituée par exemple de  $H_2O$  (DI) +  $H_2SO_4$  +  $(NH_4)_2S_2O_8$ . Une pointe 27 apparaît alors à l'extrémité de chaque insert. La présence de cette extrémité pointue sur chaque insert conducteur permet d'améliorer le contact électrique du film polymère conducteur anisotrope et des substrats sur lesquels on désire reporter les puces. Au cours de la gravure, les pastilles de résine sur les inserts vont se décoller toutes seules ou pourront être dissoutes dans un solvant de la résine 25 (cf. figure 5F).

On effectue la dorure 28 des pointes 27 des inserts, par exemple par dépôt autocatalytique (« electroless plating ») ou par électrolyse d'or (cf. figure 5G).

Enfin, on supprime la couche de polymère photosensible, par exemple par dissolution dans un

solvant ou du « posistrip LE », (cf. figure 5H) et les couches métalliques déposées en pleine couche, c'est-à-dire les couches 19 et 20, sont gravées sélectivement dans les zones situées entre les inserts (cf. figure 5 5I).

Pour finir, les plots de connexion 11 sont alors électriquement isolés les uns des autres. Cette étape peut se réaliser par voie sèche ou chimique, cette dernière étant préférée. On obtient ainsi une 10 couche de matériau électriquement isolant 24 recouvrant les inserts à l'exception des pointes 27 (cf. figure 5J). Ce matériau est préférentiellement un polymère tel qu'un polyimide, un matériau thermoplastique, une résine photosensible ou tout type de colle. Il est 15 également possible d'étaler un verre fusible communément appelé « Spin On Glass ». Dans le cas où le matériau isolant recouvrirait entièrement les inserts, on procéderait à une gravure pour mettre à jour les pointes 27.

20 En utilisant une technique de transfert de matériau pour masquer partiellement l'extrémité des inserts plutôt qu'une étape de masquage, on évite ainsi les étapes de dépôt, d'alignement, d'insolation et de développement d'une résine qui sont des étapes 25 coûteuses (fabrication du masque et temps de processus important) et délicates (alignement du masque).

La présence d'un film polymère conducteur anisotrope réalisé directement sur une puce, comme cela 30 est décrit dans les différents modes de réalisations ci-dessus, simplifie considérablement le procédé

d'hybridation de la puce sur un substrat. En effet, il n'est alors plus nécessaire de manipuler un film pour l'interposer entre la puce et le substrat. Seuls deux éléments sont à manipuler, la puce et le substrat. De plus, grâce à la couche d'accrochage présente sous les inserts, le contact électrique du film polymère conducteur anisotrope sur la puce est de très bonne qualité.

D'autres avantages du procédé selon l'invention peuvent être soulignés. Ainsi, la fabrication d'un film polymère conducteur anisotrope selon le procédé de l'invention ne nécessite-t-il pas d'étape d'alignement critique puisque la redondance des trous effectués lors de l'étape de gravure (cf. figure 3E) conduit à une redondance des inserts conducteurs telle qu'il y a nécessairement des inserts au-dessus des plots à connecter. Un autre avantage consiste en ce que la fabrication d'un film polymère conducteur anisotrope selon le procédé de l'invention permet d'utiliser tout type de polymère, voir même du verre fusible.

Les films conducteurs anisotropes peuvent être utilisés dans de nombreux domaines techniques et notamment dans celui des capteurs ou des MEMS (« Micro-Electronic Mechanical System » en anglais). En particulier, l'une des applications pour laquelle le procédé selon l'invention peut être utilisé est la réalisation de protections actives des cartes à puce. Par exemple, un écran comportant des éléments de sécurité est connecté et collé de manière irréversible à la puce. Outre un bon contact électrique, il est

nécessaire que l'interface de collage soit la plus fine possible afin de rendre difficile la dissolution de la colle par des agents chimiques, y compris en température. L'intérêt de ce procédé est qu'il permet  
5 non seulement de réaliser la connexion désirée, mais en plus pour un faible coût.

**REVENDICATIONS**

1. Procédé de fabrication d'un film conducteur anisotrope comprenant une couche de matériau  
5 électriquement isolant et des inserts conducteurs traversants, ledit procédé comportant les étapes suivantes :
- a) formation sur un substrat d'au moins une couche de matériau présentant des trous traversants, ladite  
10 couche étant appelée couche ajourée,
- b) remplissage des trous traversants pour former des inserts conducteurs,  
et étant caractérisé en ce qu'il comporte en outre la réalisation d'un masque recouvrant partiellement une  
15 première extrémité des inserts conducteurs et la gravure de la partie non masquée de l'extrémité des inserts conducteurs de façon à obtenir des inserts conducteurs à extrémités en pointe.
- 20 2. Procédé de fabrication selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape b) de remplissage étant réalisée par électrolyse, l'étape a) comporte le dépôt d'une couche conductrice sur le substrat, préalablement à la formation de la couche  
25 ajourée, cette couche étant gravée après la réalisation des inserts conducteurs.
3. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce  
30 que la couche ajourée de l'étape a) est réalisée par un dépôt d'une couche de résine photosensible,

l'insolation de cette résine à travers un masque et le développement de cette dernière pour obtenir les trous traversants.

5                   4. Procédé de fabrication selon l'une  
quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce  
que la couche ajourée de l'étape a) est retirée après  
l'étape b) de remplissage et une étape de dépôt d'une  
couche de matériau électriquement isolant est réalisée  
10 sur le substrat pour former la couche de matériau  
électriquement isolant du film conducteur anisotrope.

                  5. Procédé de fabrication selon l'une  
quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce  
15 qu'une couche de passivation recouvre le substrat dans  
laquelle loge au moins un plot de contact.

                  6. Procédé de fabrication selon l'une  
quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce  
20 que la réalisation du masque recouvrant partiellement  
une extrémité des inserts conducteurs et la gravure de  
la partie non masquée comporte les étapes suivantes :  
- dépôt d'une résine photosensible sur la couche  
ajourée dans laquelle sont formés les inserts  
25 conducteurs,  
- insolation et développement de la résine  
photosensible à travers le masque de sorte que seule  
une pastille de résine (26) demeure au sommet d'une  
première extrémité de chaque insert conducteur,  
30 - gravure chimique isotrope des premières extrémités  
des inserts conducteurs jusqu'au retrait des pastilles

de résine de sorte qu'une pointe (27) apparaisse sur la première extrémité de chaque insert conducteur.

7. Procédé de fabrication selon l'une  
5 quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la réalisation du masque recouvrant partiellement une extrémité des inserts conducteurs et la gravure de la partie non masquée comporte les étapes suivantes :  
- enduction d'un substrat tampon (A) par un matériau  
10 apte à être transféré (25) et destiné à protéger l'extrémité des inserts conducteurs,  
- transfert dudit matériau (25) sur les inserts conducteurs de sorte que seule une pastille de matériau (26) demeure au sommet de la première extrémité de  
15 chaque insert conducteur,  
- gravure chimique isotrope des premières extrémités des inserts conducteurs jusqu'au retrait des pastilles de matériau de sorte qu'une pointe (27) apparaisse sur la première extrémité de chaque insert conducteur.

20

8. Procédé de fabrication selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'étape de remplissage des trous traversants (22) est effectuée de manière à ce que la première extrémité de chaque  
25 insert conducteur ait la forme d'une tête de clou.

9. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend, après la réalisation des  
30 premières extrémités des inserts conducteurs en

pointes, la formation d'une couche de protection sur les pointes des inserts conducteurs.

10. Procédé de fabrication selon la  
5 revendication précédente, caractérisé en ce que la couche de protection est une couche anti-oxydante.

11. Procédé de fabrication selon la  
revendication précédente, caractérisé en ce que la  
10 couche anti-oxydante est une dorure s'effectuant par une technique choisie parmi un dépôt autocatalytique, une électrolyse ou une pulvérisation d'or.

12. Procédé de fabrication selon la  
15 revendication 7, caractérisé en ce que le transfert du matériau apte à être transféré (25) et destiné à protéger l'extrémité des inserts conducteurs est un polymère dont les propriétés adhésives sont supérieures sur les inserts conducteurs que sur le substrat tampon  
20 (A) sur lequel le matériau se trouve avant le transfert.

13. Procédé de fabrication selon la  
revendication 7, caractérisé en ce que le transfert du  
25 matériau apte à être transféré (25) et destiné à protéger l'extrémité des inserts conducteurs est une résine dont les propriétés adhésives sont supérieures sur les inserts conducteurs que sur le substrat tampon  
(A) sur lequel le matériau se trouve avant le  
30 transfert.



14. Procédé de fabrication selon la revendication 7, caractérisé en ce que le transfert du matériau apte à être transféré (25) sur l'extrémité des inserts conducteurs est effectué en exerçant une  
5 pression sur le substrat tampon (A) sur lequel le matériau se trouve avant le transfert.

15 15. Procédé de fabrication selon la revendication 1, caractérisé en ce que le remplissage des trous traversants (22) s'effectue par une technique choisie parmi un dépôt auto catalytique, une croissance électrolytique, un dépôt chimique ou physique et une imprégnation.

15 16. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que, préalablement à la réalisation du film, on dépose sur le substrat une ou plusieurs couches aptes à permettre, après l'obtention du film, de le séparer du  
20 substrat et d'assurer la rigidité mécanique de l'ensemble.

25 17. Procédé de fabrication de puce semi-conductrice, caractérisé en ce qu'il comprend un procédé de fabrication de film conducteur anisotrope selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, ledit film étant disposé sur une tranche de semi-conducteur, et une étape de découpe de la structure ainsi obtenue.

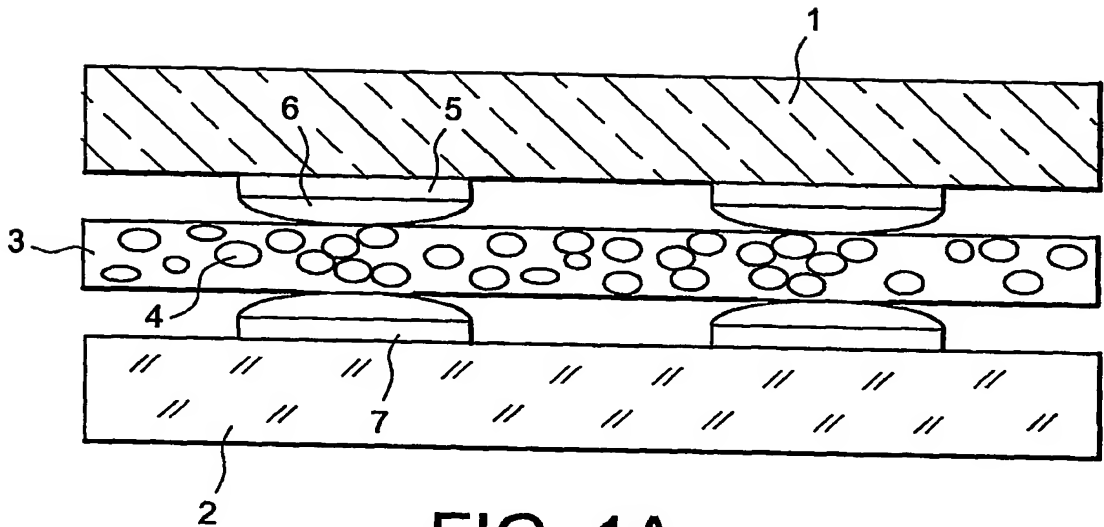


FIG. 1A

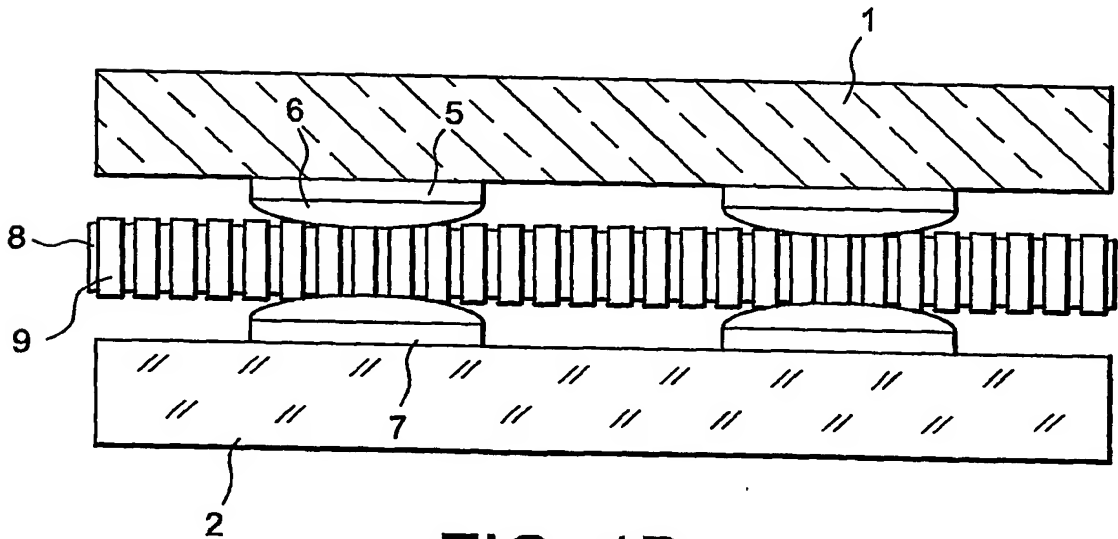


FIG. 1B

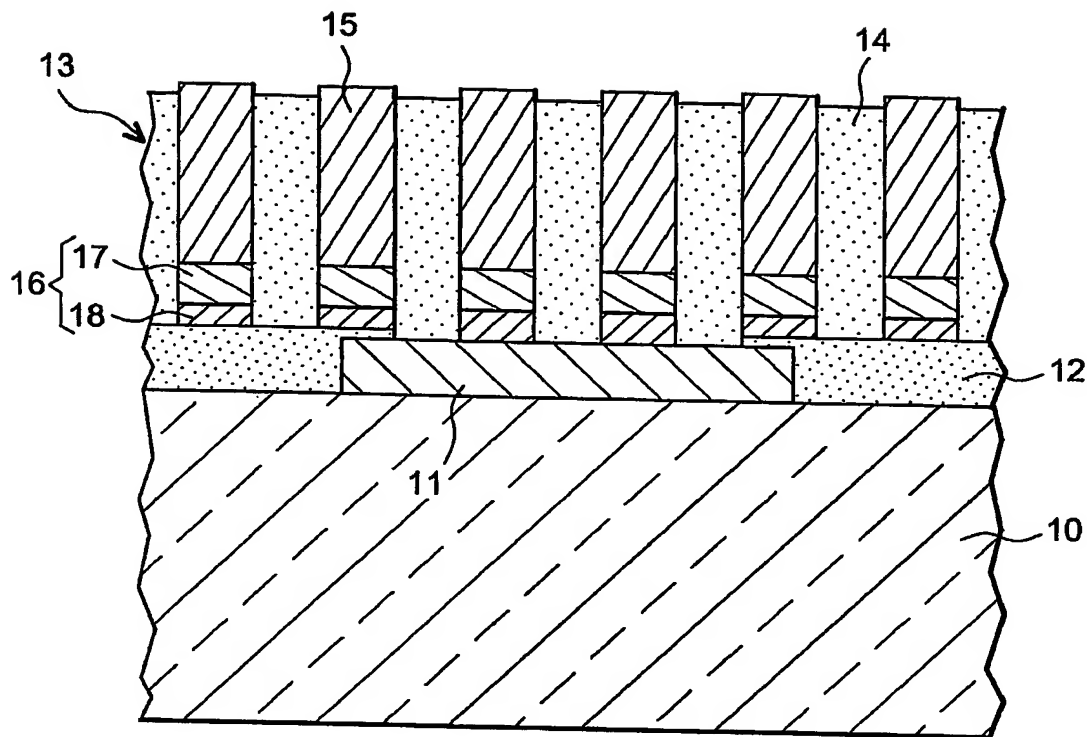


FIG. 2

FIG. 3A

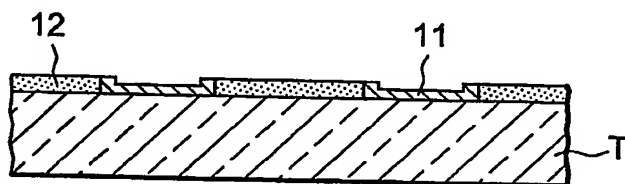
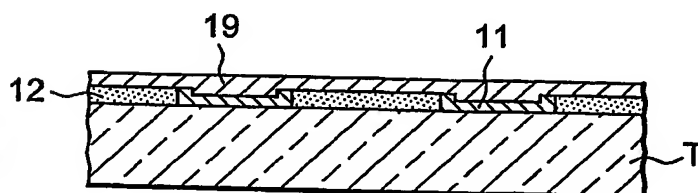


FIG. 3B



3 / 9

FIG. 3C

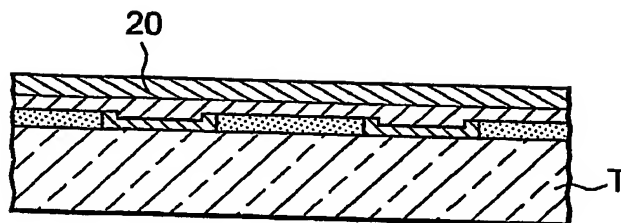


FIG. 3D

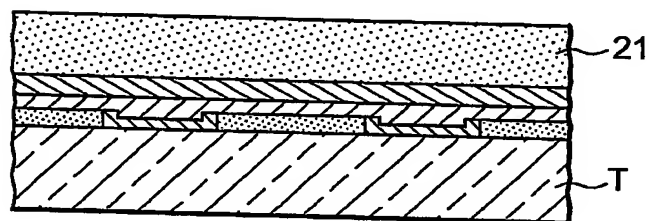


FIG. 3E

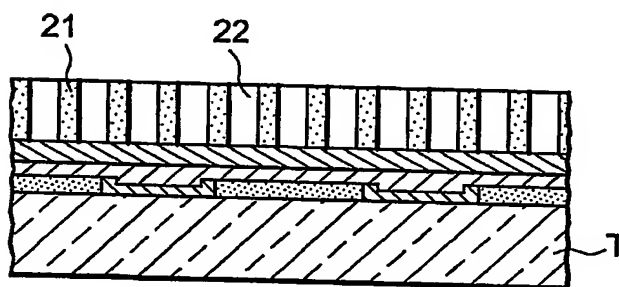
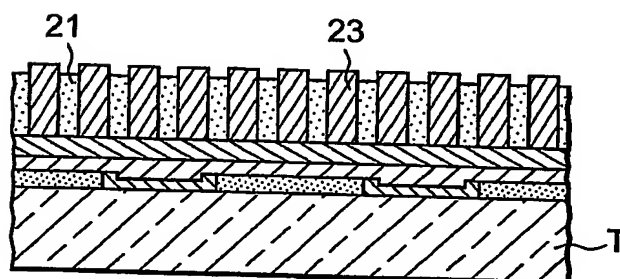


FIG. 3F



4 / 9

FIG. 3G

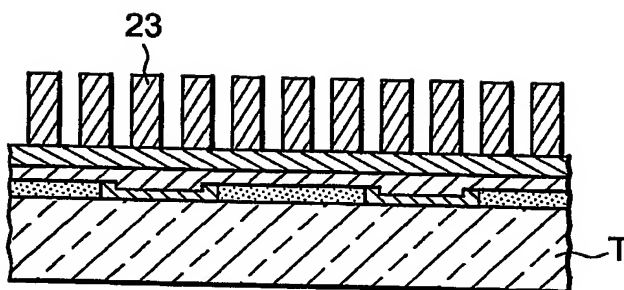


FIG. 3H

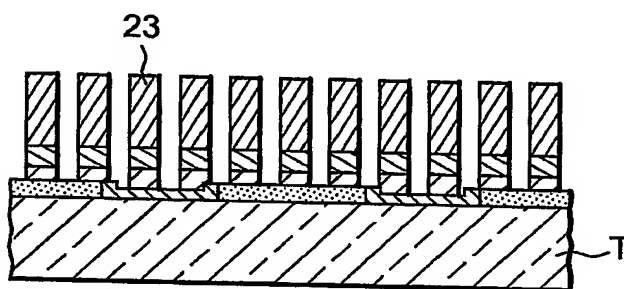


FIG. 3I

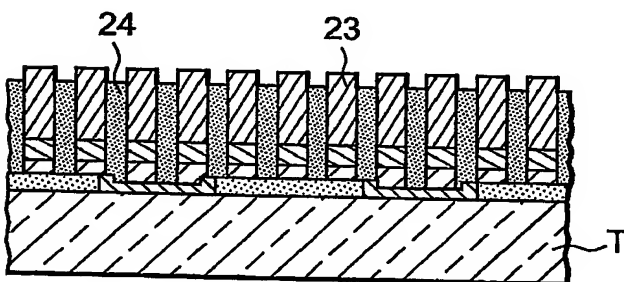


FIG. 4A

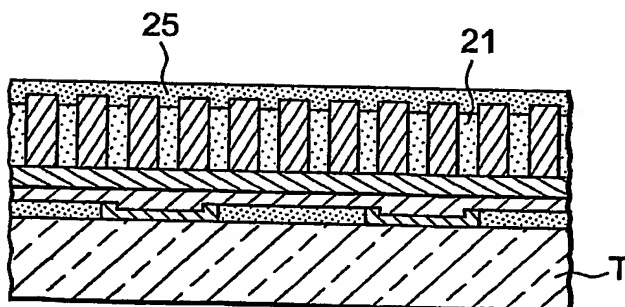


FIG. 4B

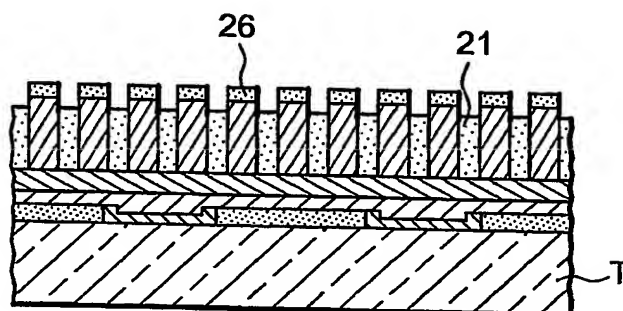


FIG. 4C

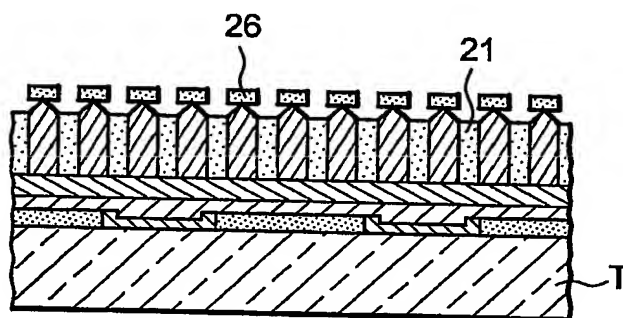


FIG. 4D

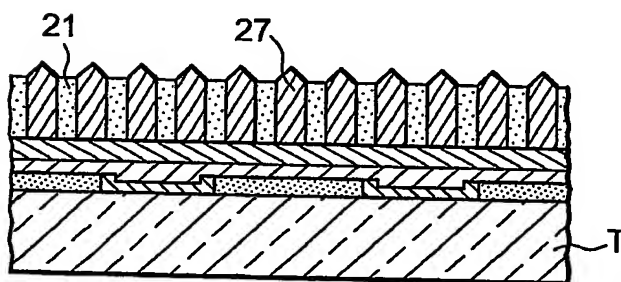


FIG. 4E

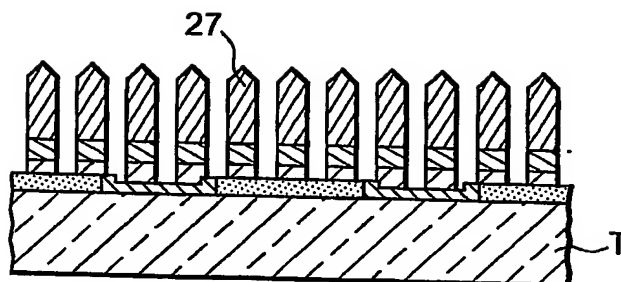


FIG. 4F

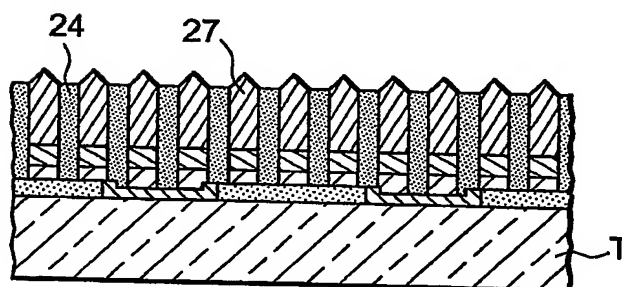
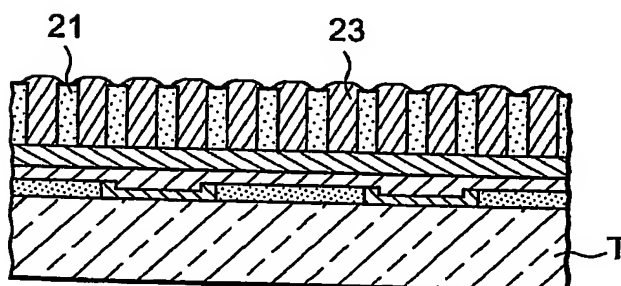


FIG. 5A



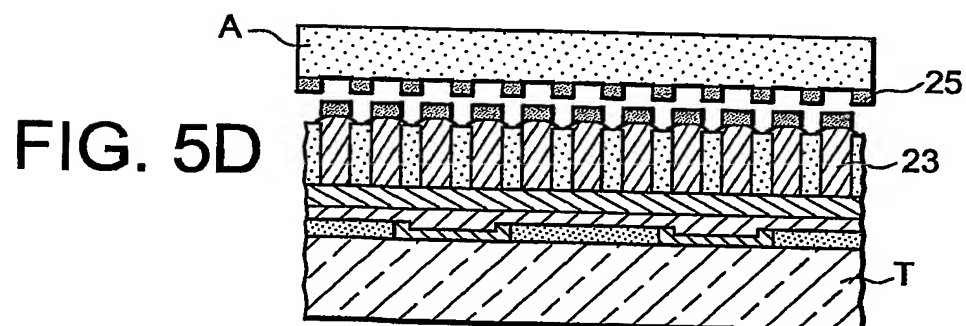
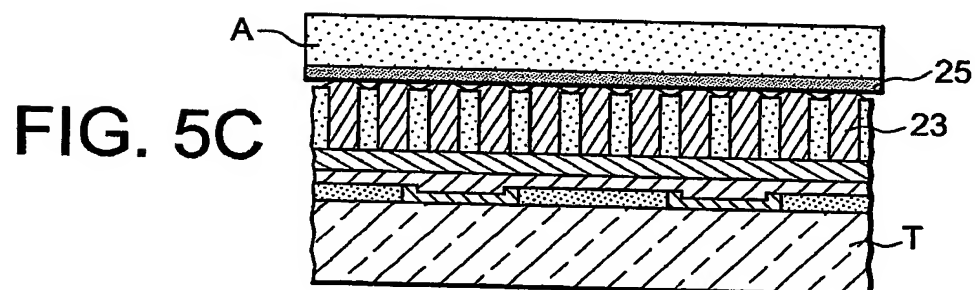
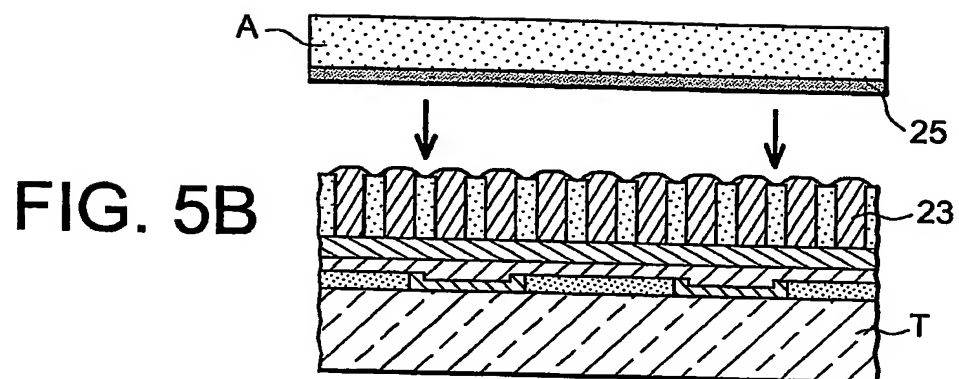




FIG. 5E

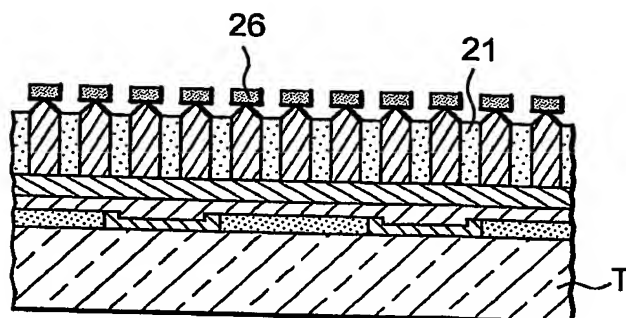


FIG. 5F

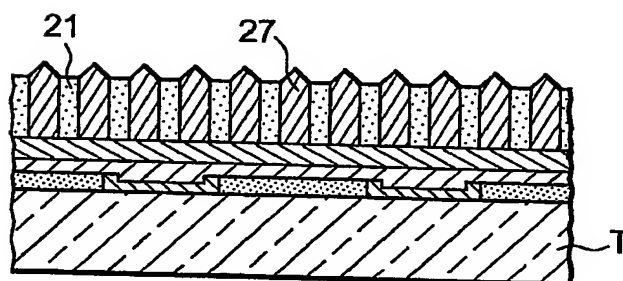


FIG. 5G

